

## MODELOS URBANOS. CONSECUENCIAS AMBIENTALES DEL CRECIMIENTO INSOSTENIBLE

**Alejandro Mesa; Mariela Arboit y Carlos de Rosa**

Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales. INCIHUSA, CONICET

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, LAHV

C.C.131. (5500) Mendoza, Argentina. Tel. +54-0261-524-4054

E-mail: [amesa@lab.cricyt.edu.ar](mailto:amesa@lab.cricyt.edu.ar)

### RESUMEN

Los sectores urbanos, de superficie generalmente poco significativas en relación al total de un territorio, presentan en la actualidad condiciones ambientales insostenibles, producto de la intensidad de la actividad antrópica, produciendo impactos fuertemente negativos para la calidad del ambiente, atentando no sólo contra sí mismos, sino contra toda la región de influencia.

El crecimiento acelerado que caracteriza en la actualidad al Área Metropolitana de Mendoza (AMM), no escapa a esta realidad, se está produciendo básicamente por extensión de su periferia, ocupando nuevos territorios, hasta hace poco tiempo, destinados a la producción agraria o al ecosistema natural.

Este crecimiento impulsado por las fuerzas del mercado, no responde a ninguna planificación lógica, presenta limitaciones al uso eficiente del suelo escaso del oasis y de las redes de infraestructura instaladas, además del requerimiento constante de extensión de las mismas, asociadas generalmente al consumo intensivo de energía y la degradación ambiental.

El trabajo utiliza como indicadores para evaluar la eficiencia energética de las construcciones el Factor de Forma, el FAEP y la potencialidad de captación solar. El impacto sobre el medio ambiente fue cuantificado mediante las siguientes variables: impermeabilización del suelo, optimización del aprovechamiento del agua, pérdida del suelo fértil y emisión de gases de efecto invernadero de algunos de los materiales utilizados.

### ABSTRACT

The urban sectors generally occupy areas of low significance, when referred to the total extension of the territory, currently, they present unsustainable environmental conditions, resulting from the intensity of anthropic activity. Strongly negative impacts are therefore produced on the environmental quality, attempting not only against themselves, but over the whole surrounding region as well.

The accelerated growth featured today by Mendoza's Metropolitan Area (MMA) does not escape to this reality and by extending its periphery it occupies new territories which were, not long ago, areas dedicated to agrarian production or natural ecosystems.

The growth, propelled by the market's pressures, does not respond to any logical planning, and presents serious limitations to the efficient use of the oasis scarce soil and the installed infrastructure networks; besides, the constant pressure for their expansion is generally associated to intense energy consumption and the consequent environmental degradation.

The indicators used for quantifying the energy efficiency of the constructions were: the Form Factors, the FAEP, and the potential for solar collection. The impact on the environment was quantified by the following variables: soil sealment, optimum use of the hydric resource, the loss of fertile soil and the emission of greenhouse gases from some of the materials utilized.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de Mendoza, situada en el Oasis Norte de la provincia, es el resultado de la integración de una ciudad central, y de 5 unidades político-administrativas contiguas a ésta, con una población integrada total de más de 900 mil habitantes. Entre los municipios que la conforman existen interrelaciones físicas (definidas por la continuidad edificada) y funcionales (flujos económicos, de personas, y de bienes y servicios).

En la actualidad el AMM ocupa una superficie urbanizada de aproximadamente 114.000 ha, con una estructura claramente lineal, siguiendo el eje Norte-Sur. Se caracteriza por una densidad media muy baja (4.310 hab/km<sup>2</sup>), siendo la tendencia actual esencialmente, la incorporación de las tierras periféricas para nuevos loteos y barrios (INDEC, 2001). Este crecimiento sin responder a ninguna política lógica de completar los vacíos urbanos de la trama existente, invade tierras productivas del oasis hacia el Este y Sur, y el área del piedemonte hacia el Oeste (Figura 1).

Esto presenta limitaciones referidas a la posibilidad de utilización eficiente de las redes de infraestructura instalada, además del requerimiento constante de extensión de las mismas, asociadas generalmente al consumo intensivo de energía y la degradación ambiental.



**Figura 1: Imagen aérea del AMM.**  
(fuente de la imagen: Google Earth, diciembre 2006).

### 1.1 Las tendencias del mercado inmobiliario residencial ante las nuevas preferencias sociales.

De acuerdo a los antecedentes evaluados en el análisis general del AMM, es posible identificar distintos factores (sociales y económicos) que influyeron en gran medida en la expansión de la ciudad sobre el oasis. La crisis de la vitivinicultura, fue un importantísimo factor económico en la década de los 80, que influyó en que el precio de la tierra productiva disminuyera, dándole la posibilidad a muchas personas, de comprar grandes terrenos antes productivos, para viviendas de fin de semana, para residencias permanentes o simplemente, como especulación inmobiliaria.

El hecho que en la periferia los valores del suelo son más bajos, porque los terrenos no cuentan generalmente con servicios ni equipamiento requeridos para la actividad residencial, determina la posibilidad de construir viviendas y conjuntos habitacionales a un menor precio con terrenos más amplios. Teóricamente esto no debería suceder, ya que el costo de la extensión de los servicios básicos

y la instalación de nuevos equipamientos debería ser cargado a los nuevos desarrollos inmobiliarios, pero hasta ahora éstos se consideran externalidades y son asumidas en su mayor parte por el Estado.

El menor costo de los terrenos periféricos ha sido también determinante para que el Estado propicie la proliferación de vivienda social en el borde urbano. No obstante esto, a pesar de su localización, las características de éstas urbanizaciones (tamaño de los terrenos y vivienda) mantienen las mismas dimensiones que los desarrollos localizados dentro del área histórica consolidada. La superposición de estas nuevas tendencias, han dado por resultado un territorio heterogéneo y fragmentado en los que se yuxtaponen situaciones contrastadas, lotes residenciales, añosos viñedos, bodegas de alta tecnología, barrios de viviendas sociales y conjuntos residenciales cerrados, compartiendo el paisaje, los recursos y las vías de comunicación.

Un efecto preocupante de este nuevo sistema de ciudad es que la tendencia lleva a la paulatina desaparición del sentido original de la ciudad como lugar de encuentro, que ligados o no al comercio, han sido tradicionalmente característicos de la vida urbana. Los nuevos corazones de esta ciudad son los centros comerciales, donde el acceso preferente es en automóvil. Con sectores residenciales próximos para niveles económicos medios y altos, diseñados como entidades cerradas (“gated neighbourhoods”), intentando garantizar la tan buscada seguridad. Como consecuencia de esto se privatiza el espacio público, a través del desarrollo de condominios que se separan del resto de la ciudad por muros y un acceso controlado y cuyas calles y espacios comunes interiores sólo están abiertos para los residentes, tendiendo a aumentar la segregación en el conjunto de la ciudad (Figura 2).



Vista aérea de un barrio cerrado.  
Línea negra: borde del barrio (detalle).  
Líneas blancas: vías de circulación rápida.

Detalle de un límite urbano ejecutado en un barrio cerrado.

**Figura 2: Sector residencial correspondiente a un barrio cerrado.**

## 2. SELECCIÓN DE CASOS DE ANÁLISIS

Los casos seleccionados para el análisis del impacto energético-ambiental producido por las nuevas tendencias de crecimiento a través de urbanizaciones periféricas son cuatro secciones urbanas y corresponden el primero a una zona de cuadrícula ortogonal del área consolidada, sector 1, que será tomado como base de referencia comparativa con los otros tres casos evaluados.

Los otros tres sectores corresponden a áreas periféricas homogéneas, representativos de las distintas tendencias actuales de expansión: sector 2, barrio cerrado; sector 3, conjunto habitacional de financiación estatal; sector 4, área residencial de construcción individual. En el análisis para cada zona se consideró como unidad de estudio un área de 250 metros de radio (Figura 3, Tabla 1).





Sector 1: área residencial zona urbana consolidada



Sector 2: área residencial barrio cerrado



Sector 3: conjunto habitacional de financiación estatal



Sector 4: Área residencial construcción individual

**Figura 3: Imágenes de los sectores 1 a 4 (fuente de la imagen: Google Earth, diciembre 2006).**

**Tabla 1: Análisis cuantitativo de los distintos sectores evaluados.**

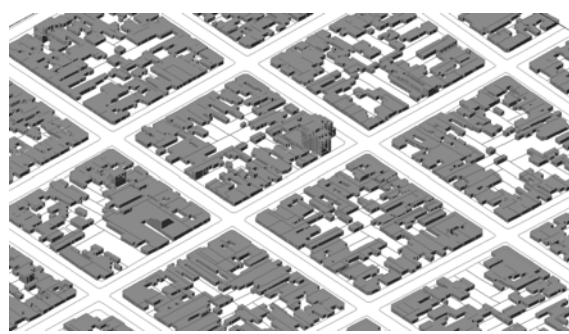
	Área evaluada (m <sup>2</sup> )	Densidad de población (hab/ha)	FOS	FOT	Localización
Sector 1	196.350	96.7	0.56	0.57	Área consolidada Ciudad Capital
Sector 2		53.9	0.44	0.44	Área periférica piedemonte al Oeste
Sector 3		90.4	0.51	0.61	Área periférica Oasis al Este
Sector 4		38.5	0.25	0.27	Área periférica Oasis al Sur

### 3. IMPACTO ENERGÉTICO-AMBIENTALES DE LOS NUEVOS PATRONES DE APROPIACIÓN DEL SUELO URBANO EN EL AMM

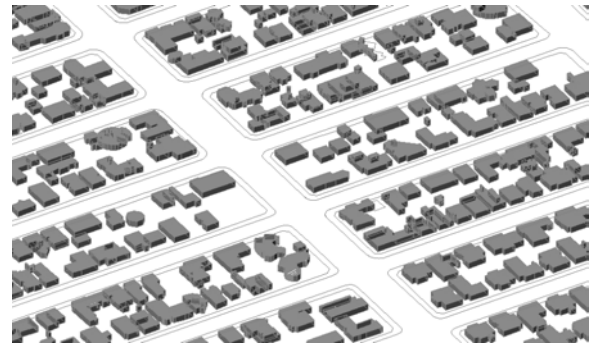
Los impactos sobre el medio ambiente de las configuraciones de los distintos sectores seleccionados, fueron evaluados considerando la incidencia de las variables relacionadas al uso del suelo y al comportamiento energético de las construcciones, y fueron cuantificados mediante las siguientes variables: factor de forma, FAEP, potencialidad solar, impermeabilización del suelo, optimización del aprovechamiento del agua, pérdida del suelo fértil y emisión de gases de efecto invernadero de algunos de los materiales utilizados.

Analizando comparativamente los resultados obtenidos de las distintas tipologías de urbanización, se observa que las construcciones insertas en los fraccionamientos más recientes (sector 4), mantienen una relación similar de los indicadores utilizados para cuantificar su eficiencia energética, que las zonas más consolidadas. El Factor de Forma y el FAEP, tienen variaciones entre todos los analizados menores al 10%, lo que indica que a pesar de ser construcciones aisladas (viviendas no adosadas), el desarrollo morfológico de las mismas hace que tengan un comportamiento térmico bueno y semejante a las viviendas adosadas (Figura 4). La relación de los valores de la potencialidad de captación solar, presenta el mismo comportamiento. En todos los casos el área colectora solar es importante (superior

al 120 metros cuadrados por unidad construida) cubriendo los requerimientos potenciales de aplicaciones solares (Figura 5).



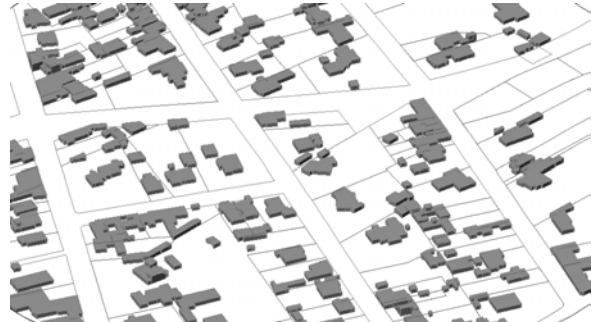
Volumetría correspondiente al Sector 1



Volumetría correspondiente al Sector 2



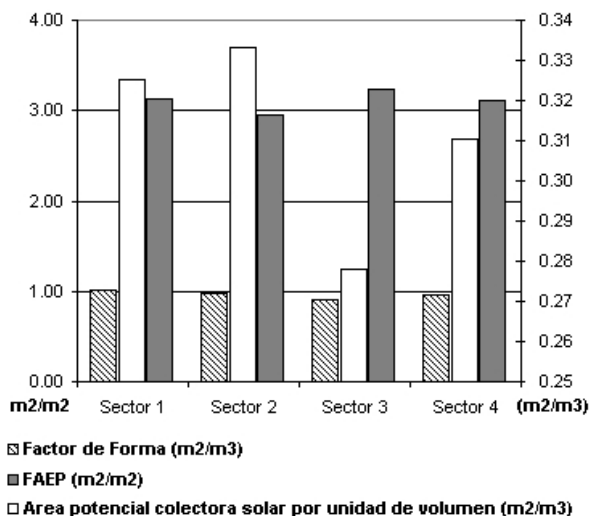
Volumetría correspondiente al Sector 3



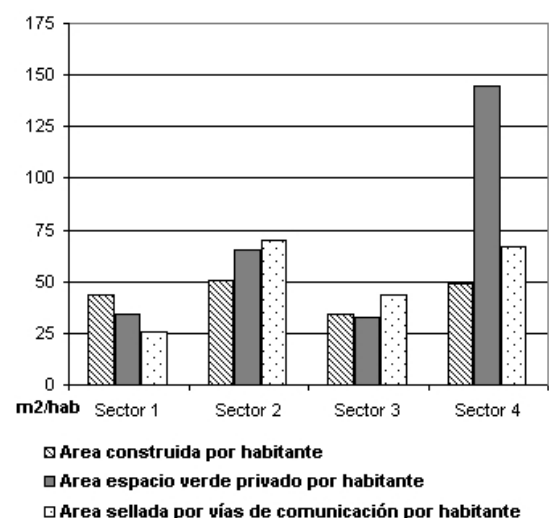
Volumetría correspondiente al Sector 4

**Figura 4: Volumetrías de los distintos entornos urbanos analizados**

Si bien los resultados referidos a la eficiencia energética de las construcciones en todas las zonas analizadas presentan valores similares, los indicadores que evalúan el uso del suelo en las zonas analizadas presentan diferencias más notables. Tanto la zona correspondiente al casco urbano (sector 1), como a las zonas periféricas más consolidadas (sectores 2 y 3), no presentan variaciones porcentuales superiores al 20%. El porcentaje de suelo ocupado por las construcciones, la trama vial y el espacio verde privado, varía dentro de un rango cercano al 30% para cada categoría. Esta relación cambia en los casos de las zonas más alejadas (sector 4), donde el espacio verde privado llega a valores superiores al 50% del total del área urbanizada, manteniendo el área ocupada por las construcciones y por la trama vial porcentajes cercanos la 20% y 30% respectivamente. Cuando estos valores son relacionados a la densidad de población de cada área, la desequilibrada apropiación del suelo se hace evidente (Figura 6).



**Figura 5: Análisis de las variables relacionadas con eficiencia energética de las construcciones.**



**Figura 6: Análisis de las variables relacionadas con el uso del suelo.**

De valores de 20 a 50 m<sup>2</sup> por habitante de espacio verde privado, se pasa en los nuevos asentamientos, a valores superiores a los 100 m<sup>2</sup> por habitante. El impacto sobre el medio ambiente de la localización y diseño de estas nuevas configuraciones, (considerando impermeabilización del suelo, utilización del agua, y pérdida del suelo fértil) es muy importante. El AMM es una zona de oasis de alta vulnerabilidad, próxima al denominado piedemonte andino, lo que la hace propensa a sufrir la incidencia de aluviones en la temporada de las lluvias estivales. El sellado reciente de grandes superficies reduce no solo la posibilidad de recarga del acuífero, sino que ha aumentado notablemente la velocidad y caudal de las vías de descarga del agua de lluvia, haciendo más probable el riesgo de desastres. Si bien el porcentaje de suelo sellado en las zonas evaluadas es más bajo que las áreas más consolidadas, sirve aclarar que estos nuevos asentamientos están ocupando antiguas zonas de alto valor agro-productivo, donde la impermeabilización era nula.

Cuando se analiza el volumen de agua consumida por los nuevos usos, el riego utilizado al año por una hectárea de parque o jardín es equivalente al necesario en la misma superficie de un cultivo de vid o frutal (de 8 a 10 mil m<sup>3</sup> por hectárea al año) (Oriolani, 1999). Considerando además el hecho que las zonas de producción agrícola se nutren del sistema de canales de riego del agua del río Mendoza, mientras que la mayoría de las viviendas particulares, utilizan para el riego agua potable. Si bien es importante la cantidad de áreas verdes disponibles en las zonas urbanizadas, los resultados obtenidos dejan en claro que algunas configuraciones urbanas hacen un uso no sustentable del suelo, sin tener en cuenta las necesidades sociales, considerando que las tierras utilizadas son escasas por pertenecer a un oasis productivo bajo riego.

### **3.1 Movilidad y vías de circulación**

Estas nuevas configuraciones urbanas, no cuentan generalmente con los equipamientos indispensables (escuelas, hospitales, comercios, ni sistemas de transporte), generando una dependencia completa hacia el aumento de la movilidad, hecho que empeora la congestión y contaminación metropolitana existente. Esta tendencia de crecimiento, trae aparejado el desarrollo de un sistema de transporte generalmente basado en el uso intensivo del automóvil para los sectores que disponen de esa posibilidad, y en los sectores populares, esto implica que miles de personas deben usar diariamente el deficiente sistema de transporte público, y en la medida que la extensión de la ciudad aumenta, el tiempo que pierden en transportarse crece.

El sistema vial se diseña, construye y mantiene para que el tránsito de vehículos se efectúe con buen nivel de servicio, representando éste por la capacidad vial y el índice de superficie de pavimento. Este aspecto fue analizado a partir de la incidencia del diseño sobre el sellado del suelo y la contaminación ambiental, producida por los materiales utilizados.

#### **3.1.1 Descripción de los casos evaluados**

Los sectores evaluados en este punto, corresponden a las áreas destinadas a las vías de comunicación correspondientes a las cuatro áreas analizadas (Figura 3). Si bien todos son colectores diseñados para tránsito medio, el ancho y materiales de los mismos es variable según cada caso (Figura 7).

La superficie destinada a vías de circulación en las zonas analizadas está dentro del rango entre el 25 y el 40% del total de la superficie urbanizada. De igual forma el área sellada en las mismas no es semejante, presentando una tendencia actual, a la conservación de áreas verdes de los sectores destinados al tránsito peatonal, mientras que en casi todos los casos de los sectores del área consolidada el sellado de las veredas es total, a pesar de que la carga de tránsito peatonal no lo amerite (sector 1). Esto tiene una incidencia importante al momento de evaluar las consecuencias ambientales asociadas a la permeabilidad de la superficie y a las emisiones de los materiales utilizados, ya que si bien en el AMM, la baldosa calcárea, es el material generalmente empleado, entre los distintos sectores, se llega a diferencias de área de cobertura cercanas al 100% (Tabla 2).





Imagen sector 1



Imagen sector 2



Imagen sector 3



Imagen sector 4

**Figura 7: Detalle de las vías de circulación de los sectores 1 a 4.**

**Tabla 2: Resumen de los distintos sectores evaluados.**

Área de pavimentos					
	Área vías de comunicación (m <sup>2</sup> )	Área de calles (m <sup>2</sup> )	Ancho de calle (m)	% de suelo sellado	Material utilizado
Sector 1	48.635	20.659	9	100	Hormigón
Sector 2	74.119	49.127	12		Asfalto
Sector 3	77.591	36.446	7,8		Hormigón
Sector 4	50.290	33.372	10,4		Adoquín hormigón
Área de veredas					
	Área vías de comunicación (m <sup>2</sup> )	Área de veredas (m <sup>2</sup> )	Ancho de vereda (m)	% de sellado	Material utilizado
Sector 1	48.635	27.659	5,58	100	Calcáreo
Sector 2	74.119	24.992	3,50	50	Calcáreo
Sector 3	77.591	41.145	5,80	50	Hormigón
Sector 4	50.290	16.918	4,70	25	Hormigón

### 3.1.2 Incidencias ambientales de los materiales utilizados

La infraestructura vial tiene una alta incidencia en la economía regional derivada de su alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación, al que habría que adicionarle también los costos producidos sobre el medio ambiente. Este aspecto fue evaluado mediante el análisis de la incidencia ambiental de los materiales generalmente utilizados en las vías de circulación. La metodología utilizada para el cálculo de la variable a evaluar, Potencial de Calentamiento Global (GWP), fue el Análisis del Ciclo de Vida, para un período de emisiones de 40 años, en base a los datos extraídos de los Inventarios de Emisiones Producidas por los distintos materiales, desarrollados en la UID (Correa, 2003; Correa, 2004). Los materiales evaluados en este análisis son los que generalmente se utilizan en la zona: pavimento asfáltico, de hormigón y de adoquines de hormigón (Figura 8) para los pavimentos y la baldosa calcárea para las veredas.



**Figura 8: materiales utilizados en la infraestructura vial, en el AMM.**

Los resultados obtenidos del impacto producido por cada configuración urbana referidos a la variable GWP, dejan ver por una lado la incidencia del diseño en la cantidad de material utilizado por unidad de superficie, donde el de mayores emisiones en el período analizado (40 años) es el sector 3, que tiene una importante área sellada en la suma total de pavimentos y veredas con materiales de alta emisión. (Fukahori K., Kubota Y., 2003). El sector 2 es que cuenta con mayores índices de sellado de suelo para uso vehicular, pero los valores de GWP, con mas bajos, dado que el material empleado tiene menores emisiones (Tabla 3, Figura 9).

**Tabla 3: Análisis cuantitativo de los distintos sectores evaluados.**

	Área evaluada de pavimento (m2)	Material utilizado	Emisiones <sup>1</sup> CO2 eq (Ton./ 40 años )	Área evaluada de vereda (m2)	Material utilizado	Emisiones <sup>2</sup> CO2 eq (Ton./ 40 años )
<b>Sector 1</b>	<b>20.976</b>	<b>Hormigón</b>	<b>1045</b>	<b>27.659</b>	<b>Calcárea</b>	<b>1657</b>
<b>Sector 2</b>	<b>49.127</b>	<b>Asfalto</b>	<b>1537</b>	<b>24.992</b>	<b>Calcárea</b>	<b>1497</b>
<b>Sector 3</b>	<b>36.446</b>	<b>Hormigón</b>	<b>1816</b>	<b>41.145</b>	<b>Calcárea</b>	<b>1816</b>
<b>Sector 4</b>	<b>33.372</b>	<b>Ad. hormigón</b>	<b>1228</b>	<b>16.918</b>	<b>Calcárea</b>	<b>1228</b>

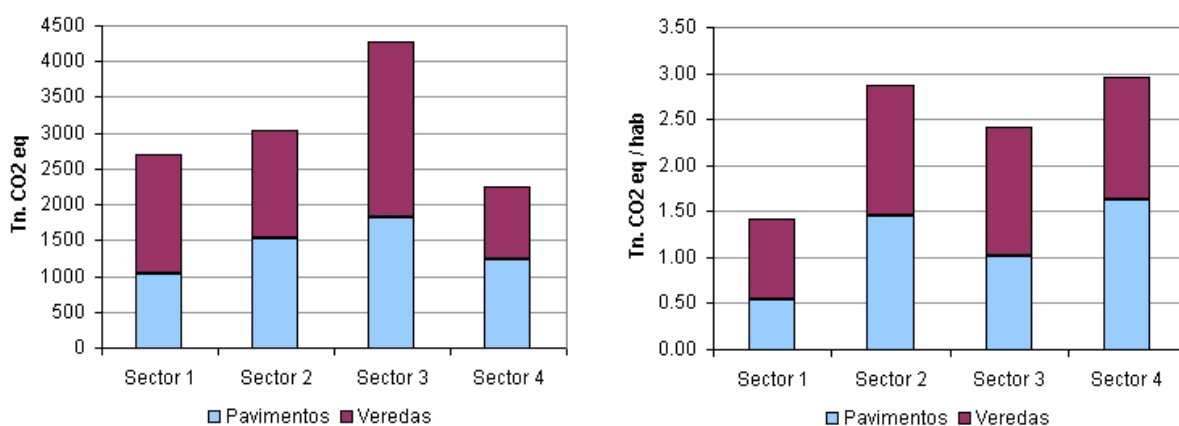
Si bien la configuración espacial del sector 4 hace que el mismo, no presente valores importantes generales de emisiones, a lo largo de la vida útil de los materiales empleados, al relacionar los mismos con la densidad de población se obtiene que a cada habitante del sector, le correspondería hipotéticamente, más del doble de emisiones que a un habitante del sector 1. Estos valores son similares a los obtenidos en el análisis de las variables de uso de suelo (Figura 4), convalidando que las nuevas propuestas urbanísticas dispersas, tienen buenos resultados en los análisis generales de las distintas variables en relación a las áreas, pero resultan insustentables al correlacionar su

<sup>1</sup> Correa et al. 2004.

<sup>2</sup> Correa et al. 2003.



comportamiento con la cantidad de población que los ocupa, convirtiendo en bienes privados, los escasos recursos ambientales, y transfiriendo a costos públicos, las externalidades negativas que este tipo de urbanización produce.



Total de emisiones de GWP por los materiales de pavimentos y veredas.

Relación entre los GWP emitidos y la densidad de población.

**Figura 9: Potencial de Calentamiento Global (GWP), emitido por los materiales de cada sector evaluado.**

#### 4. CONCLUSIONES

Si bien en estos momentos no hay lineamientos oficiales que tiendan a revertir esta tendencia de crecimiento, la saturación del mercado ha hecho que factor disminuya su importancia considerablemente, pero en algunas zonas, es imposible de revertir esta situación, ya que el precio de la tierra ha aumentado, lo que hace económicamente no redituable que regresen a su uso primario.

Los resultados obtenidos demuestran que es imprescindible prevenir, controlar y revertir los procesos de pérdida de suelo productivo generados por el crecimiento urbano no planificado en la región, sobre todo en las áreas más frágiles, como el piedemonte o en los sectores con tradición y alto potencial agrícola. Esto significa generar procesos de planificación y gestión de las áreas urbanas y suburbanas para ordenar las actividades posibles en el marco de la lucha contra el crecimiento desmedido de la urbanización.

El objetivo final debería tender al desarrollo de modelos de asentamiento urbano ambientalmente adaptados a las condiciones locales conducentes a minimizar el riesgo de desertificación y contribuir al crecimiento ordenado de la ciudad sobre áreas de alta fragilidad.

En pos de la búsqueda de un modelo de ordenamiento sustentable del territorio se hace imprescindible la formulación de un marco político-legal, que contenga y conduzca los profundos procesos de transformación que experimenta el mismo en los distintos ámbitos jurisdiccionales de la región.

#### 5. REFERENCIAS

##### Bibliografía citada

- Correa, E.; Arena, A. y de Rosa, C. (2004). Sustentabilidad de la infraestructura de redes de circulación urbana. Inventario de emisiones producidas durante el ciclo de vida de distintos tipos de pavimentos de uso vehicular. Encac 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4
- Correa, E.; Arena, A. y de Rosa, C. (2003). Estudio de las implicancias ambientales relacionadas con la construcción y uso de distintos pavimentos peatonales en zonas residenciales de la ciudad de Mendoza. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 7 N° 1. ISSN 0329-5184. pp. 35-40.
- Fukahori K.; Kubota Y. (2003). The role of design elements on the cost-effectiveness of streetscape improvement. Landscape and Urban Planning. N°63. pp. 75-91. Elsevier Ed.

INDEC (2001) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, D.E.I.E., Mendoza, (Resultados parciales).

Oriolani, Mario. (1999) Requerimientos hídricos de los principales cultivos de Mendoza. INTA, Mendoza, Argentina.

### **Bibliografía consultada**

Blum, W.E.H. (1988). Soil degradation caused by industrialization and urbanization. *Advances in GeoEcology*. N° 31 pp. 755-766.

Hasse, J.; Lathrop, R. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*. N°23 pp. 159-175.

Irwin E.; Bockstael N. (2004) Land use externalities, open space preservation, and urban sprawl. *Regional Science and Urban Economics*. N° 34. pp. 705-725. Elsevier Ed.

Mesa N. A., de Rosa Carlos, (2005). Estudio de los patrones de apropiación del suelo urbano por la expansión de las áreas residenciales. *Análisis del Área Metropolitana de Mendoza. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 9, ISSN 0329-5184.

Zhang, T. (2000). Land market forces and government's role in sprawl. *Cities* Vol. 17, N° 2. pp. 123-135. Elsevier Ed.

Zhang, T. (2001). Community features and urban sprawl: the case of the Chicago Metropolitan Region. *Land Use Policy* N°18. pp. 221-232. Elsevier Ed.